

# ООО «СКБ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора Восточно-Сибирского  
филиала ФГУП «ВНИИФТРИ»

 Г.И. Модестова



«20» мая 2020г.

## ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ УСТРОЙСТВ РПН ТРАНСФОРМАТОРОВ ПКР-2 И ИХ МОДИФИКАЦИЯ ПКР-2М

### МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

СКБ 135.00.00.000-01 МП

## Содержание

1	Операции поверки.....	3
2	Средства поверки .....	4
3	Требования к квалификации персонала.....	4
4	Требования безопасности.....	4
5	Условия поверки .....	5
6	Подготовка к поверке .....	5
7	Проведение поверки .....	5
	7.1 Внешний осмотр .....	5
	7.2 Проверка соответствия требованиям безопасности .....	5
	7.3 Идентификация программного обеспечения .....	5
	7.4 Опробование .....	6
	7.5 Определение метрологических характеристик.....	6
8	Оформление результатов поверки .....	9
	ПРИЛОЖЕНИЕ А (Рекомендуемое) Эскиз и чертежи установки проверки угловых перемещений .....	11
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б (Рекомендуемое) Форма протокола поверки .....	12

Настоящая методика поверки распространяется на выпускаемые из производства и находящиеся в эксплуатации приборы контроля устройств РПН трансформаторов ПКР-2 и их модификацию ПКР-2М (ТУ 4221-035-41770454-2013) (далее прибор) и устанавливает методику первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками – 3 года.

## 1 Операции поверки

При проведении поверки должны выполняться операции, приведенные в таблице 1. При получении отрицательного результата по любой операции дальнейшая поверка прибора может не проводиться.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Пункт методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	+	+
Проверка соответствия требованиям безопасности	7.2	+	-
Идентификация программного обеспечения	7.3	+	+
Опробование	7.4	+	+
Определение метрологических характеристик	7.5	+	+
Проверка основной относительной погрешности измерений электрических величин	7.5.1	+	+
Проверка основной абсолютной погрешности измерений интервалов времени	7.5.2	+	+
Проверка основной абсолютной погрешности измерений угловых перемещений*	7.5.3	+	+

\* Проводится при наличии в комплекте прибора соответствующего датчика

## 2 Средства поверки

При поверке рекомендуется применять основные и вспомогательные средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и(ил) метрологические и основные характеристики средства поверки
7.2.1	Универсальная пробойная установка УПУ-10. Техническое описание, инструкция по эксплуатации и технические требования
7.5.1	Катушка электрического сопротивления P310 0,001 Ом, КТ 0,01
7.5.1	Мультиметр цифровой Agilent 34401A. Руководство пользователя 34401-90438
7.5.1	Резисторы мощные 100 Вт: 1 Ом $\pm$ 5 % (2 шт.) 10 Ом $\pm$ 5 % (3 шт.)
7.5.2	Частотомер универсальный FCA3100. Руководство по эксплуатации 077-0506-01
7.5.2	Генератор сигналов произвольной формы DG1022. Руководство по эксплуатации UGB06122-1210
7.5.2	Радиоэлементы: Транзистор: IRF3205 Резисторы: C1-4-0,125 100 Ом $\pm$ 5 %, C1-4-0,125 10 кОм $\pm$ 5 %
7.5.3	Теодолит ЗТ2КП. Паспорт ЗТ2КП-сб0 ПС
7.5.3	Индикатор часового типа ИЧ-2. ГОСТ 577-68, пределы измерения от 0 до 2 мм, класс точности 1
7.5.3	Детали для сборки установки поверки угловых перемещений, см. Приложение А

Допускается применение средств, не приведенных в перечне, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

## 3 Требования к квалификации персонала

3.1 К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее или среднетехническое образование, практический опыт в области электромагнитных, радиочастотных и геометрических измерений, изучившие настоящую методику поверки и правила эксплуатации средств поверки.

## 4 Требования безопасности

- 4.1 При поверке необходимо соблюдать правила безопасности при эксплуатации электроустановок и требования эксплуатационной документации на применяемое оборудование и поверяемые приборы.
- 4.2 Персонал, осуществляющий поверку средств измерений, должен иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже третьей.



## **5 Условия поверки**

5.1 Температура окружающего воздуха от плюс 15 °С до плюс 25 °С.

5.2 Относительная влажность воздуха от 30 % до 80 %.

## **6 Подготовка к поверке**

6.1 Поступивший на поверку прибор выдержать в помещении лаборатории при нормальных условиях не менее четырех часов, после хранения при отрицательных температурах окружающего воздуха – не менее восьми часов.

## **7 Проведение поверки**

В процессе проведения поверки результат каждой операции должен быть внесен в протокол. Форма протокола приведена в приложении Б.

### **7.1 Внешний осмотр**

7.1.1 Визуальным осмотром проверить наличие и читаемость маркировочных надписей, убедиться в отсутствии механических повреждений измерительного блока, датчика и соединительных кабелей.

7.1.2 Выполнить пробное подключение всех кабелей, убедиться в исправности разъемов.

### **7.2 Проверка соответствия требованиям безопасности**

#### **7.2.1 Проверка электрической прочности изоляции**

7.2.1.1 Перевести тумблер СЕТЬ прибора в положение ВКЛ.

7.2.1.2 Подключить к прибору сетевой кабель и соединитель с измерительными кабелями (далее измерительный кабель).

7.2.1.3 Соединить клемму заземления и все зажимы измерительных кабелей прибора с одним полюсом универсальной пробойной установки УПУ-10 (далее УПУ-10). Вторым полюсом УПУ-10 соединить со штырями сетевой вилки прибора.

7.2.1.4 Настроить УПУ-10 на формирование электрического напряжения переменного тока.

7.2.1.5 Плавно подать, выдержать в течении одной минуты и плавно снять испытательное электрическое напряжение 1,5 кВ.

Результат считается положительным, если автомат защиты пробойной установки не срабатывал, пробой или перекрытие изоляции, контролируемые визуально и на слух, отсутствовали.

#### **7.3 Идентификация программного обеспечения**

7.3.1 Подключить прибор к сети электропитания и перевести тумблер СЕТЬ прибора в положение ВКЛ. Прибор должен пройти режим загрузки программного обеспечения и перейти в основное меню.

7.3.2 Нажать кнопку F5 или коснуться виртуальной кнопки «О приборе», проверить информацию о версии программного обеспечения. Версия программного обеспечения должна быть 1.0.

## 7.4 Опробование

### 7.4.1 Опробование измерительных каналов

- 7.4.1.1 Перевести прибор в режим проверки устройства РПН в статическом режиме, коснувшись виртуальной кнопки «Проверка» или нажав кнопку F4.
- 7.4.1.2 Установить режим контроля резисторных устройств РПН, коснувшись виртуальной кнопки «Резисторный» или нажав кнопку F3.
- 7.4.1.3 Разомкнуть все зажимы измерительного кабеля.
- 7.4.1.4 Включить измерительные каналы, коснувшись виртуальной кнопки «Включить» или нажав кнопку F1.
- 7.4.1.5 По очереди замкнуть и разомкнуть каждый зажим измерительного кабеля: A1, A2, B1, B2, C1, C2 с зажимом ОБЩ.

Результат проверки считается положительным, если в столбце «Контакт» цвет поля соответствующего контакта изменяется с синего (разомкнутое состояние) на красный (замкнутое состояние).

### 7.4.2 Опробование датчика угловых перемещений

- 7.4.2.1 Подключить к прибору кабель датчика с датчиком угловых перемещений.
- 7.4.2.2 Вращением втулки датчика, наблюдая за показаниями прибора в строке «Угол: ...° = ... г», проверить его исправность.
- 7.4.2.3 Выключить измерительные каналы, коснувшись виртуальной кнопки «Выключить» или нажав кнопку F1.

## 7.5 Определение метрологических характеристик

### 7.5.1 Проверка основной относительной погрешности измерений электрических величин

При проверке основной относительной погрешности измерений электрических величин, сопротивление нагрузки  $R_n$  задавать следующим образом:

$R_n = 2 \text{ Ом}$  – последовательно соединенные два резистора номиналом 1 Ом;

$R_n = 10 \text{ Ом}$ ;

$R_n = 20 \text{ Ом}$  - последовательно соединенные два резистора номиналом 10 Ом.

- 7.5.1.1 Собрать схему, изображенную на рисунке 1.  $R_n$  установить 2 Ом.

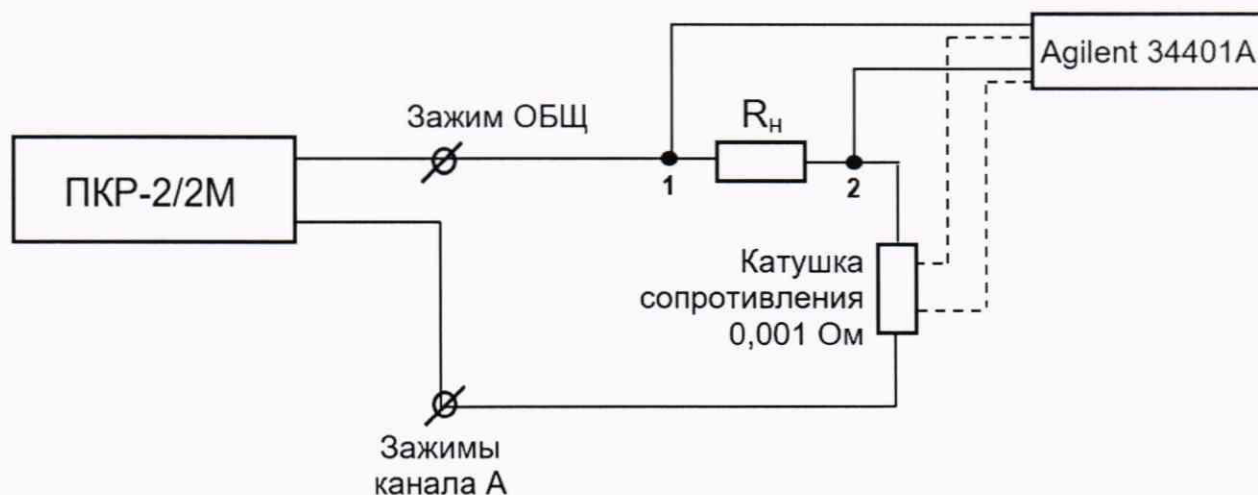


Рисунок 1 - Схема проверки основной относительной погрешности электрических величин

- 7.5.1.2 На приборе зайти в режим проверки устройств РПН в статическом режиме, коснувшись виртуальной кнопки «Проверка» или нажав кнопку F4. Установить режим контроля резисторных РПН, коснувшись виртуальной кнопки «Резисторный» или нажав кнопку F3.
- 7.5.1.3 Подготовить мультиметр Agilent 34401A к измерению электрического напряжения постоянного тока. Измерительные щупы подключить в точки 1 и 2.
- 7.5.1.4 Включить измерительные каналы.
- 7.5.1.5 Снять показания прибора: электрическое напряжение  $U$ , В; сила электрического тока  $I$ , А; электрическое сопротивление  $R$ , Ом. Внести в протокол поверки.
- 7.5.1.6 Снять показания мультиметра Agilent 34401A: в точках 1 и 2 – действительное значение электрического напряжения  $U_d$ ; на потенциальных выводах катушки сопротивления – электрическое напряжение  $U_i$ .
- 7.5.1.7 Выключить измерительные каналы.
- 7.5.1.8 Вычислить действительное значение силы тока, А, по формуле:

$$I_d = \frac{U_i}{0,001}, \quad (1)$$

где  $U_i$  – электрическое напряжение, измеренное мультиметром, В.

Вычислить действительное значение электрического сопротивления, Ом, по формуле:

$$R_d = U_d / I_d, \quad (2)$$

Внести полученные значения в протокол поверки.

7.5.1.9 Операции с п. 7.5.1.1 по п. 7.5.1.8 повторить для  $R_n = 10$  и  $20$  Ом.

7.5.1.10 Для каждой точки поверки вычислить относительную погрешность, %, по формулам:

$$\delta_U = \frac{U - U_d}{U_d} \cdot 100\%, \quad (3)$$

$$\delta_I = \frac{I - I_d}{I_d} \cdot 100\%, \quad (4)$$

$$\delta_R = \frac{R - R_d}{R_d} \cdot 100\%, \quad (5)$$

где  $U$ ,  $I$ ,  $R$  – показания поверяемого прибора, В, А, Ом;

$U_d$ ,  $I_d$ ,  $R_d$  – действительные значения, В, А, Ом.

Повторить проверку для каналов В и С.

Основная относительная погрешность измерения электрического напряжения постоянного тока и электрического сопротивления должна быть не более  $\pm 5\%$ .

Основная относительная погрешность измерения силы постоянного электрического тока должна быть не более  $\pm 2\%$ .



## 7.5.2 Проверка основной абсолютной погрешности измерений интервалов времени

7.5.2.1 Собрать схему электронного ключа в соответствии с рисунком 2.  
Типы и технические характеристики радиоэлементов приведены в таблице 3.

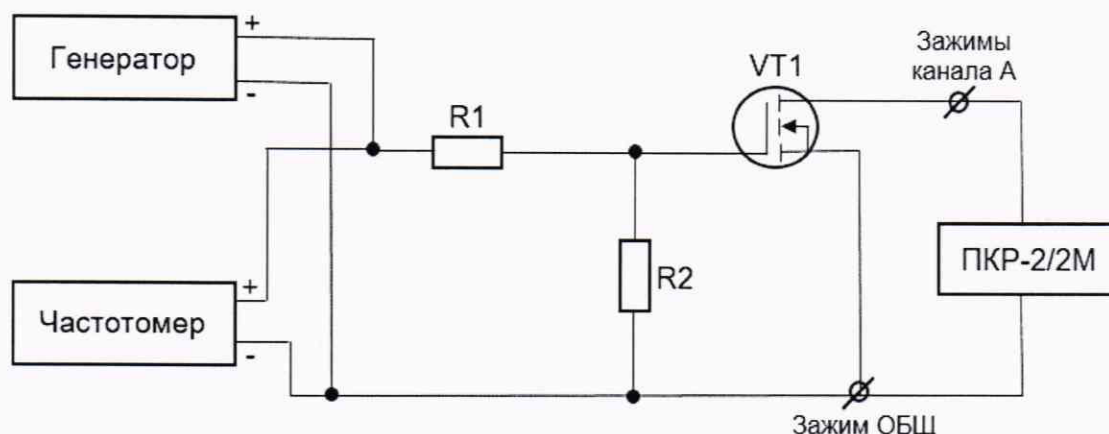


Рисунок 2- Схема проверки основной абсолютной погрешности измерения интервалов времени

Таблица 3 – Типы и технические характеристики радиоэлементов, применяемых в схеме проверки погрешности измерений интервалов времени

Обозначение	Наименование	Требования к основным характеристикам
R1	C1-4-0,125 100 Ом $\pm 5\%$	–
R2	C1-4-0,125 10 кОм $\pm 5\%$	–
VT1	Транзистор IRF3205	Проводимость – n-p-n Время переключения, мкс – не более 1 Ток коллектора, мА – не менее 600

- 7.5.2.2 В основном меню прибора установить режим измерения характеристик резисторных устройств РПН. Войти в предпусковой режим измерения, коснувшись виртуальной кнопки «Измерение. Пуск» или нажав кнопку «Start».
- 7.5.2.3 На генераторе сигналов произвольной формы DG-1022 установить одиночный импульс прямоугольной формы длительностью 100 мс с фазой сигнала  $90^\circ$ . Режим запуска выбрать – ручной.
- 7.5.2.4 Частотомер FCA 3100 настроить на измерение интервалов времени по нарастающему фронту.
- 7.5.2.5 Запустить прибор на измерение, коснувшись виртуальной кнопки «Начать измерение».
- 7.5.2.6 Обнулить показания частотомера.
- 7.5.2.7 Запустить генератор.
- 7.5.2.8 На приборе остановить измерение по истечении заданной длительности, нажав виртуальную кнопку «Остановить» или кнопку F5. На экране прибора появится окно круговой диаграммы.
- 7.5.2.9 Открыть измерение в графическом виде, нажав виртуальную кнопку «Вид» или кнопку F1. Выбрать представление - «График R» - осциллограмма контакторов.
- 7.5.2.10 Установить курсоры на границы импульса. Записать полученную разность между курсорами и показания частотомера в протокол поверки. Для точного определения значения интервала времени на графике можно воспользоваться виртуальной кнопкой «Масштаб».
- 7.5.2.11 Повторить операции с п. 7.5.2.2 по п. 7.5.2.10 для одиночного импульса прямоугольной формы длительностью 10000 мс.



7.5.2.12 Для выхода из режима проверки нажать виртуальную кнопку «Выход» или F5.

7.5.2.13 В каждой точке поверки вычислить абсолютную погрешность измерений, мс, по формуле:

$$\Delta = T - T_{\text{действ}}, \quad (5)$$

где  $T$  – показания интервала времени поверяемого прибора, мс;

$T_{\text{действ}}$  – показания интервала времени частотомера, мс.

Основная абсолютная погрешность измерений интервалов времени должна быть не более  $\pm (3+t_x) \cdot 10^{-4}$ , мс, где  $t_x$  – измеренное значение интервала времени, с.

Повторить проверку для каналов В и С.

### 7.5.3 Проверка основной абсолютной погрешности измерений угловых перемещений

Эскиз и чертежи установки проверки угловых перемещений приведены в приложении А.

7.5.3.1 Закрепить ось (4) в держателе зеркала с помощью шайбы (5), втулки (6) и гайки (7).

7.5.3.2 Установить держатель зеркала 03ОМ312 (13) на раме теодолита (8) и зафиксировать крепежными деталями (12).

7.5.3.3 Закрепить теодолит (предел погрешности не более 6') на основании (11).

7.5.3.4 Привести плоскость лимба в горизонтальное положение, используя подъемные винты. Закрепительными винтами зафиксировать лимб с основанием теодолита (9, 10).

7.5.3.5 Индикатор часового типа ИЧ-2 (2) закрепить зажимами (1, 3) на стойке по Варианту №2 установки датчика ИЧ-2 (рисунок А.1) таким образом, чтобы конец измерительного стержня упирался в шайбу на расстоянии 3-4 мм от внешнего края.

7.5.3.6 Индикатор часового типа ИЧ-2 (2) закрепить зажимами на стойке таким образом, чтобы конец измерительного стержня упирался в ось на 7-9 мм ниже его торца.

7.5.3.7 Выставить положение оси держателя зеркала соосно оси вращения теодолита, поворачивая теодолит в пределах 360° и отслеживая показания индикатора ИЧ-2.

Показания ИЧ-2 не должны превышать 0,03 мм при повороте теодолита в диапазоне от 0° до 360°.

7.5.3.8 Снять индикатор ИЧ-2. Установить датчик ДП22 на ось и зафиксировать его положение прижимом с магнитом. Подключить датчик ДП22 к прибору.

7.5.3.9 Включить прибор и перевести его в режим «Проверка».

7.5.3.10 Установить теодолит на нулевую отметку лимба. На приборе включить каналы.

7.5.3.11 Повернуть верхнюю часть теодолита по часовой стрелке на угол 30°. Показания прибора и теодолита внести в протокол поверки.

7.5.3.12 Повторить измерения для углов 90°, 180°, 240°, 300°, 360°. Результаты измерений внести в протокол поверки.

7.5.3.13 Для каждой точки поверки перевести полученные показания теодолита в доли градуса.

7.5.3.14 Для выхода из режима проверки нажать виртуальную кнопку «Выход» или F5.

7.5.3.15 Для каждой точки поверки вычислить погрешность, градус, по формуле:

$$\Delta = (\beta_{\text{прибора}} - \beta_m), \quad (6)$$

где  $\beta_{\text{прибора}}$  – показания прибора, градус;

$\beta_m$  – показания теодолита, градус.

Результаты вычислений записать в протокол поверки.

Основная абсолютная погрешность измерений угловых перемещений должна быть не более  $\pm 0,56^\circ$ .

## 8 Оформление результатов поверки

Результат поверки считается положительным, если выполнены следующие условия:

- у прибора нет механических дефектов;
- прибор отвечает требованиям безопасности;
- по результатам опробования прибора неисправностей не обнаружено;
- во всех точках поверки погрешности измерений физических величин не превышают установленных пределов.

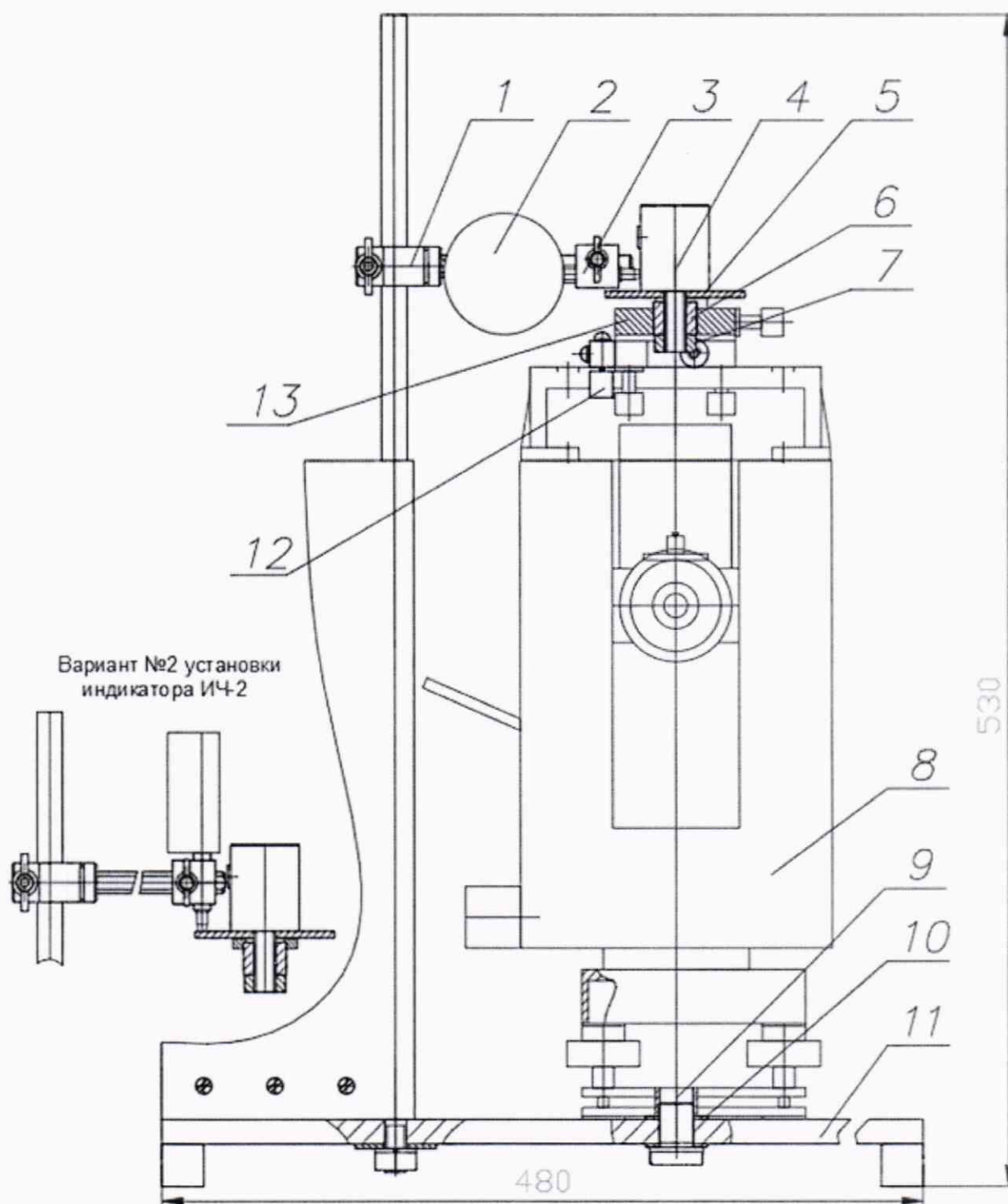
Положительные результаты поверки удостоверяют свидетельством о поверке в соответствии с требованиями действующего законодательства и записью в формуляре.

При отрицательных результатах поверки выписывается извещение о непригодности к применению, в формуляре прибора делается соответствующая запись.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(Рекомендуемое)

Эскиз и чертежи установки проверки угловых перемещений



- 1, 3 – зажимы; 2 – ИЧ-2; 4 – ось; 5 – шайба; 6 – втулка; 7 – гайка;  
 8 – рама теодолита; 9, 10, 12 – крепежные детали;  
 11 – основание; 13 – держатель зеркала 03OM312.

Рисунок А. 1 – Эскиз для установки датчика ДП22 на теодолит



ПРИЛОЖЕНИЕ Б  
(Рекомендуемое)

Форма протокола поверки прибора ПКР-2

Протокол № \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

1 Наименование и обозначение СИ Прибор контроля устройств РПН трансформаторов ПКР-2/2М

2 Заводской номер \_\_\_\_\_ Год выпуска \_\_\_\_\_

3 Изготовитель ООО «СКБ Электротехнического приборостроения»

4 Владелец \_\_\_\_\_

5 Методика поверки СКБ 135.00.00.000-01МП

6 Средства поверки \_\_\_\_\_

7 Условия поверки:

- температура окружающего воздуха, ...°С \_\_\_\_\_
- относительная влажность воздуха, % \_\_\_\_\_

8 Результаты поверки

8.1 Внешний осмотр:

- маркировочные надписи \_\_\_\_\_
- механические повреждения \_\_\_\_\_
- состояние разъемов \_\_\_\_\_

8.2 Проверка соответствия требованиям безопасности

Таблица 1 – Проверка электрической прочности изоляции

Первый полюс	Второй полюс	Испытательное напряжение	Результат испытания
Клемма защитного заземления + зажимы измерительных каналов	Сеть	1500 В	

8.3 Идентификация программного обеспечения \_\_\_\_\_

8.4 Опробование

8.4.1 Измерительные каналы \_\_\_\_\_

8.4.2 Датчик углового перемещения \_\_\_\_\_

## 8.5 Проверка метрологических характеристик

### Определение относительной погрешности измерений электрических величин

Таблица 2 - Электрическое сопротивление нагрузочного резистора 2 Ом

Каналы	Измеренное значение			Действительное значение			Относительная погрешность измерений, %		
	U, В	I, А	R, Ом	U, В	I, А	R, Ом	$\delta_U$	$\delta_I$	$\delta_R$
А									
В									
С									

Таблица 3 - Электрическое сопротивление нагрузочного резистора 10 Ом

Каналы	Измеренное значение			Действительное значение			Относительная погрешность измерений, %		
	U, В	I, А	R, Ом	U, В	I, А	R, Ом	$\delta_U$	$\delta_I$	$\delta_R$
А									
В									
С									

Таблица 4 - Электрическое сопротивление нагрузочного резистора 20 Ом

Каналы	Измеренное значение			Действительное значение			Относительная погрешность измерений, %		
	U, В	I, А	R, Ом	U, В	I, А	R, Ом	$\delta_U$	$\delta_I$	$\delta_R$
А									
В									
С									

### Определение основной абсолютной погрешности измерений интервалов времени

Таблица 5

Все значения в мс

Канал	Длительность импульса					
	100			10000		
	Измеренное значение	Действительное значение	Погрешность	Измеренное значение	Действительное значение	Погрешность
А						
В						
С						

## Определение абсолютной погрешности измерений угловых перемещений

Точка поверки, град	Измеренное значение, град	Действительное значение, град, мин, с	Действительное значение, град	Погрешность, град	Предел допускаемой абсолютной погрешности, град
30					± 0.56
90					
180					
240					
300					
360					

Заключение \_\_\_\_\_

Поверитель \_\_\_\_\_